

特開平10-160949

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月19日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G02B 6/10

G02B 6/10

C

5/18

5/18

6/16

6/16

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-325713

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 12月 5 日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番33号

(72) 発明者 榎本 正

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 伊藤 真澄

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(72) 発明者 池知 麻紀

神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

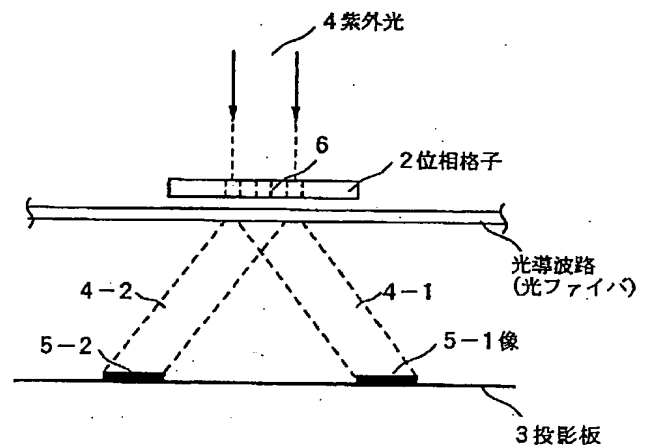
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路型回折格子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 回折格子を有する光導波路は、反射波長帯域より短波長領域において伝搬光のクラッド漏洩による損失が生じ、光導波路の軸方向に対する回折格子の向きに依存することが知られていたが、格子縞の方向と光導波路の軸方向とのなす角度  $\theta$  を高精度に調整することが困難であった。

【解決手段】 光を照射することにより屈折率が変化するガラス材料の光導波路に光照射機構から発射された所定波長の干渉光を照射し、照射部のコアの屈折率がコア軸方向に周期的に変化する光導波路型回折格子を製造するに際し、光導波路 1 をはさむように光照射機構および光照射機構と対向する側に投影板 3 とが配置され、干渉光を形成する 2 光束の光を光導波路 1 に照射して、投影板 3 の上に 2 つの光導波路像 5-1、5-2 を投影せしめ、2 つの像 5-1 と 5-2 とを結ぶ線と、映し出された光導波路像 5-1 あるいは 5-2 の軸とがなす角度  $\theta$  を調整する方法である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を照射することにより屈折率が変化するガラス材料の光導波路に光照射機構から発射された所定波長の干渉光を照射し、照射部のコアの屈折率がコア軸方向に周期的に変化する光導波路型回折格子を製造する方法において、

前記コア部に形成された屈折率の干渉縞の法線と、前記コア軸とがなす角度 $\theta$ が所定の値以下となるように前記光導波路と前記光照射機構の相対位置を調整する調整工程を有することを特徴とする光導波路型回折格子の製造方法。

【請求項2】 前記調整工程は、前記光導波路をはさむように前記光照射機構および光照射機構と対向する側に投影板とが配置され、前記干渉光を形成する2光束の光を前記光導波路に照射して、投影板上に2つの光導波路像を投影せしめ、前記2つの像を結ぶ線と、前記映し出された光導波路像の軸とがなす角度 $\theta$ を調整する工程であることを特徴とする請求項1に記載の光導波路型回折格子の製造方法。

【請求項3】 前記角度 $\theta$ が1.0°以下となるように調整することを特徴とする請求項1に記載の光導波路型回折格子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コアの屈折率が光軸に沿って周期的に変化する光導波路型回折格子の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、光ファイバ通信技術の進展とともに、ネットワークの複雑化や信号波長の多重化などが進行し、システム構成は高度化しつつある。このような光通信システムでは、光回路素子の重要性が増大している。

【0003】 光回路素子における一般的構成の一つとしてのファイバ型素子は、小型で挿入損失の小さいことや、光ファイバとの接続が容易であること等の利点を有している。そして、このようなファイバ型素子として、ファイバ型フィルタが知られている。

【0004】 最近では、コア部に酸化ゲルマニウムをドープした光ファイバに紫外光を照射すると、コア部の屈折率が変化するという知見が周知であり、このような光誘起屈折率変化を利用したファイバ型フィルタとして、光ファイバ型回折格子が開発されている。

【0005】 この光ファイバ型回折格子は、光ファイバ内を進行する光のうち特定波長の光部分を反射するものであり、一般に、紫外光の照射によって光ファイバのコア部に屈折率が光軸に沿って周期的に変化した領域を形成することによって製造されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このような

回折格子を有する光ファイバは、特定波長の基底モードはブラッグ反射するが、その反射波長帯域より短波長領域において伝搬光のクラッド漏洩による損失の生じることが確認されている (Electronics Letters, 28th April 1994, 730~732)。

【0007】 この短波長側に生ずる損失は、光ファイバ内を伝搬する信号光の一部が回折格子を形成している領域で高次モードに変換され、クラッドモードとして伝搬し、外部へ漏洩するために発生する。

【0008】 しかも、短波長側に生ずる損失は、図5に示すように光ファイバの軸方向に対する回折格子の格子縞と直角方向とのなす角度 $\theta$ に大きく依存していることが明らかになってきた。しかしながら、位相格子の格子縞の方向を製造中に確認することが困難であり、位相格子の方向を正確に調整することはできなかった。

【0009】 そこで本発明の目的は、格子縞の方向と光導波路の軸方向とのなす角度 $\theta$ を高精度に調整することのできる光ファイバ型回折格子の製造方法を提供するものである。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明に係わる光ファイバ型回折格子の製造方法は、光照射機構から発射された所定波長の光を照射することにより屈折率が変化するガラス材料の光導波路に所定波長の光からなる干渉光を照射し、照射部のコアの屈折率がコア軸方向に周期的に変化する光導波路型回折格子を製造する方法において、コア部に形成された屈折率の干渉縞の法線と、コア軸とがなす角度 $\theta$ が所定の値以下となるように光導波路と光照射機構の相対位置を調整する調整工程を有することを特徴とする方法である。

【0011】 さらに、本発明における調整工程は、光導波路をはさむように光照射機構および光照射機構と対向する側に投影板とが配置され、干渉光を形成する2光束の光を光導波路に照射して、投影板上に2つの光導波路像を投影せしめ、2つの像を結ぶ線と、映し出された光導波路像の軸とがなす角度 $\theta$ を調整する工程である。この発明によれば、コア部に紫外光のような所定波長の干渉縞を照射してコアの屈折率を変化させるに際し、紫外光を位相格子等に通過させ、2方向に分光された光束を光導波路に透過させるので光導波路の像を拡大して投影させることができる。この時、光導波路の像は位相格子の格子縞と直角方向に投影されるので、2つの光導波路の像を結ぶ方向と光導波路像の軸方向との角度 $\theta$ を測定することによって、光導波路の光軸方向に対する干渉縞の方向を正確に測定し、調整することができる。

【0012】 また、本発明における角度 $\theta$ を1.0°以下に調整することによって高次モードの発生を効果的に抑制することができる。

## 【0013】

【発明の実施の形態】 以下、添付図面を参照しながら光

導波路型回折格子の製造方法にかかわる実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0014】最初に、位相格子を用いて光導波路型回折格子を製造する方法について図1および図2を参照しながら説明する。図1は光導波路型回折格子を作製するための製造装置の構成図であり、図2は製造方法を説明する図である。図1において、軸方向に $\text{GeO}_2$ が均一にドーピングされた $\text{SiO}_2$ を主成分とするコアを有する光ファイバ1が投影板3の上に配置され、光ファイバ1の直上には位相格子2がそれぞれ平行に配置され、位相格子2の上方から紫外光4が照射される。

【0015】図1の製造装置によって光ファイバ1のコアに回折格子を形成するにあたっては、紫外光4が位相格子2を通過するときに、紫外光4は位相格子2の格子縞6と直角方向に進行する光束4-1と4-2に2分かれ、分れた光束4-1と4-2は夫々光ファイバ1を透過して投影板3に到達する。

【0016】格子縞6が光ファイバ1の軸に対して傾斜して配置されると、光束4-1、4-2は格子縞6と直角方向に進行するので、2つの光ファイバ像5-1、5-2は図2(a)に示すように薄く灰色に見える光ファイバ像1-0を挟んで両側に現われる。ここで、光ファイバ像5-1、5-2は光ファイバ像1-1、1-2とその周りに回折光6-1、6-2からなる映像である。

【0017】このように光ファイバ像5-1、5-2が中心軸から離れて投影される場合には、位相格子2を光ファイバ1上の水平面内で回転させると、図2(b)に示すように2つの光ファイバ像5-1、5-2は光ファイバ像1-0の軸上まで移動させることができる。このように調整することにより、光ファイバ1と位相格子2との間では光束4-1と光束4-2とにより形成された干渉光が光ファイバ1の軸方向と略直角となり、コア軸と直角に回折格子を形成することができる。この方法によって、干渉縞と光ファイバ1の軸方向との位置関係を所望の角度 $\theta$ に容易に調整することもできる。

【0018】また、投影板3上に投影された2つの影像是、光ファイバ1と投影板3との間の距離に比例して拡大される。このとき直線性のよい紫外光を使用すること、あるいは投影板3の表面を白色とすることによって拡大された影像の鮮明度を上げることができる。また、投影板3の上に感熱紙を置いて光導波路像を撮影し、その位置を正確に測定することもできる。

【0019】光ファイバ像5-1と光ファイバ像5-2とを結ぶ方向に対する光ファイバ像1-0の軸方向とのなす角度 $\theta$ は、

$$\theta = \tan^{-1}(L_1/L_2)$$

で表される。

【0020】角度 $\theta$ は回折格子2の格子縞6と光ファイバ1の軸とが直角になれば零となり、2つの光ファイバ

像5-1と5-2は光ファイバ像1-0の光軸上に投影される。

【0021】図3は位相格子を用いた本製造装置の具体的な構成を示す図であり、側面図(a)と平面図(b)を示す。位相格子2は円板状の保持具13の中心部に取り付けられ、保持具13は枠11の上に矢印15の方向に回転自在に設けられている。枠11と光ファイバ1とは支柱12に固定されている。

【0022】図3の製造装置を用いて光ファイバ1のコアに回折格子を形成するにあたっては、紫外光4が位相格子2に入射されると、図4に示すように光ファイバ像5-1、5-2が光ファイバ像1-0の両側に投影される。この場合は、保持具13を矢印15の方向に回転して、光ファイバ像5-1、5-2を光ファイバ像5-0の軸上まで移動させ、紫外光の干渉縞が光ファイバ軸と直角になるよう調整した後、紫外光を照射する。

【0023】次に、本発明者らは光導波路型回折格子が光ファイバ軸と傾斜した場合の伝送特性上の影響を確認するため、図5に示すように干渉縞の法線とコア軸とのなす角度 $\theta$ を変えた場合の光ファイバを作製した。

【0024】まず、これらの光ファイバの製造方法を示す。軸方向に $\text{GeO}_2$ が均一にドーピングされた $\text{SiO}_2$ を主成分とする直径 $8\mu\text{m}$ のコアと、コアの外周に $\text{SiO}_2$ を主成分とする直径 $125\mu\text{m}$ のクラッドを設けたガラスファイバを線引きすると同時に樹脂を施した光ファイバを作製した。この光ファイバを温度 $25^\circ\text{C}$ 、水素ガス $100$ 気圧の雰囲気中で、2週間放置して光ファイバ内に水素を圧入し、紫外光の照射による屈折率変化を大きくした。

【0025】次に、水素を圧入した光ファイバに回折格子を形成する方法について説明する。図6は位相格子を用いて回折格子を形成する装置の構成図であり、 $\text{GeO}_2$ を軸方向に均一にドーピングした $\text{SiO}_2$ を主成分とする光ファイバ1の直上に位相格子2を配置し、位相格子2の上部から紫外光を照射する。紫外光4は格子が所定間隔 $\Lambda$ で配置された位相格子2の表面の法線方向に照射して干渉させている。そのため、コア9における干渉縞の間隔 $\Lambda$ は、

$$\Lambda = \Lambda' / 2$$

となる。したがって、コア部9の露光領域には、異なる屈折率を有する干渉縞が間隔 $\Lambda' / 2$ を周期としてコア9の軸方向に配列されるので、回折格子10が形成されることになる。

【0026】ブラッグの回折条件に基づいてコア部9の屈折率 $n$ と格子10の周期 $\Lambda$ とを用い、この回折格子の反射波長 $\lambda_1$ は、

$$\lambda_1 = 2n\Lambda$$

$$= n\Lambda'$$

となる。

【0027】また、格子10の長さ $L$ と屈折率差 $\Delta n$ と

を用い、この光ファイバ型回折格子の反射率 $R$ は、 $R = \tanh^2(L\pi\Delta n/\lambda_i)$ となる。

【0028】次に、水素添加処理された光ファイバを用いて、回折格子の角度 $\theta$ が $0^\circ$ 、 $0.17^\circ$ 、 $0.42^\circ$ 、 $0.85^\circ$ 、 $1.70^\circ$ となる場合について、図1の製造装置によって形成した。使用した紫外光の光源はKrFエキシマレーザを用い、照射ビームは $20\text{mm} \times 8\text{mm}$ に成形され、パワー強度は $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ である。

【0029】このように作製した光導波路型回折格子について透過スペクトル特性を測定した。測定された特性のうち、代表例を図7～図9に示す。角度 $\theta$ が大きくなるにしたがって、ブラッグ反射波長より短波長側で生じる損失は単調増加する傾向のあることが確認された。これらの測定結果から、角度 $\theta$ と短波長側の損失のピーク値との関係を図9に示す。このグラフから、角度 $\theta$ の傾きは $1.0^\circ$ 以下、望ましくは $0.5^\circ$ 以下に作製することによって、短波長側で発生する損失増加を殆ど抑制できることがわかる。

【0030】図11はビームスプリッタを用いて光導波路型回折格子を形成する場合の製造装置の構成図である。この図において、光源20から出射された紫外光はビームスプリッタ21によって2分割され、2分割された各紫外光は2つのミラー22によって干渉させて干渉空間24を形成し、この干渉空間24に光ファイバ1を設置し、光ファイバ1の下方には投影板3が配置される。

【0031】この装置において、ビームスプリッタ21およびビームスプリッタ21を挟むように配置された2つのミラー22とで構成される干渉機構23は、図1に示した位相格子2と対応するものであり、その他の構成は図1と同じ構成である。

【0032】したがって、図11の製造装置によって回折格子を形成するにあたっては、光源20から出射された紫外光によって、図12に示すように光ファイバ像5-1、5-2は光ファイバ像1-0の両側に離れて投影される。このような場合は、干渉機構23を矢印25の方向に回転・調整することによって、光ファイバ像5-1、5-2を光ファイバ像1-0の軸上まで移動させ、干渉縞をコア軸と直角に調整することができる。

【0033】本発明において、コア部に形成された屈折率の干渉縞の法線と、コア軸とがなす角度 $\theta$ が所定の値となるように光導波路と光照射機構（図1における紫外光4と位相格子2、あるいは図11における光源20と干渉機構23をいう。）の相対位置を調整する場合の光

源の波長は、限定されることなく何れのものでも可能である。紫外光によって調整した場合は、同じ波長の紫外光で回折格子を形成することができるので最も好ましいものである。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係わる光導波路型回折格子の製造方法は、最初に投影板上に投影された2つの光導波路像を所定位置にくるように光照射機構の方向を調整し、それから紫外光を照射して屈折率変化するので、回折格子の方向を正確に形成することができる。このような調整を行うことによって、ブラッグ反射帯域より短波長領域で発生する損失を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係わる光導波路型回折格子を形成するための製造装置の構成図である。

【図2】図1に示す製造装置によって光導波路型回折格子を形成する方法を説明する図である。

【図3】本実施形態に係わる製造装置の具体的構成を示す側面図(a)および平面図(b)である。

【図4】図3に示す装置によって光導波路型回折格子を形成する方法を説明する図である。

【図5】回折格子の構成を示す図である。

【図6】位相格子によって光導波路型回折格子を形成する装置の構成図である。

【図7】光導波路型回折格子による透過スペクトルの測定例を示すグラフである。

【図8】他の光導波路型回折格子による透過スペクトルの測定例を示すグラフである。

【図9】他の光導波路型回折格子による透過スペクトルの測定例を示すグラフである。

【図10】傾斜角 $\theta$ と短波長帯の損失との関係を示すグラフである。

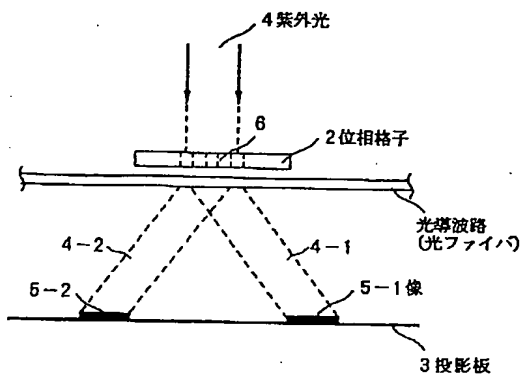
【図11】本実施形態に係わる光導波路型回折格子を形成するための他の製造装置の構成を示す図である。

【図12】図11に示す製造装置によって光導波路型回折格子を形成する方法を説明する図である。

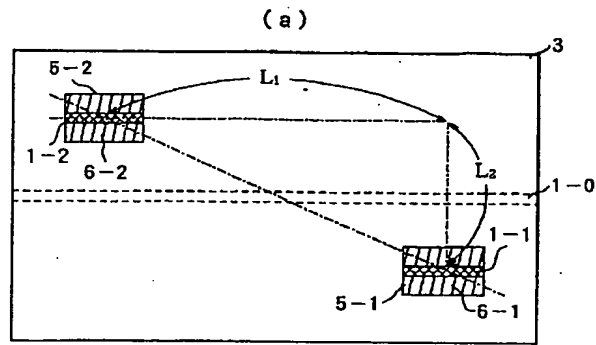
【符号の説明】

1…光ファイバ、2…位相格子、3…投影板、4…紫外光、5…光導波路像、6…格子縞、7…格子縞の方向、8…コアの軸方向、9…コア、10…回折格子、11…枠、12…支柱、13…保持具、14、15…矢印（回転方向）、20…光源、21…ビームスプリッタ、22…ミラー、23…干渉機構、24…干渉空間、25…矢印（回転方向）

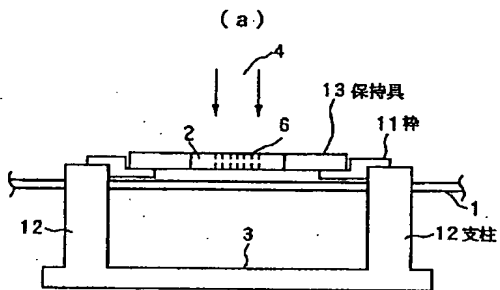
【図1】



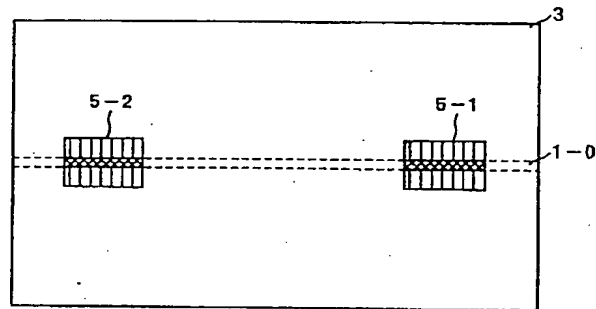
【図2】



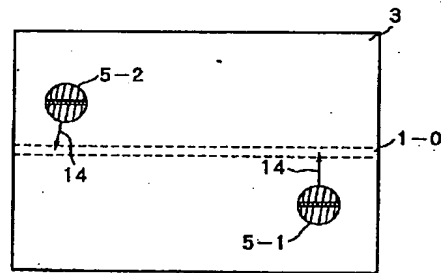
【図3】



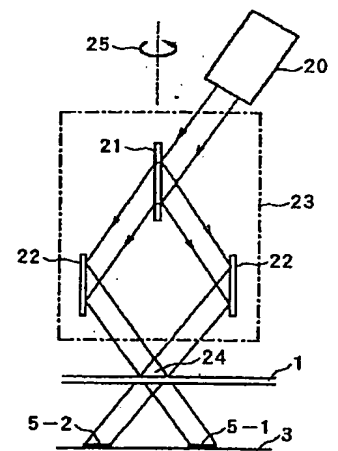
(b)



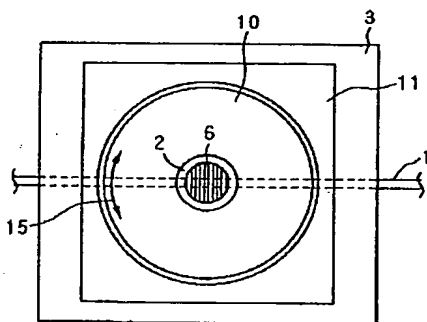
【図4】



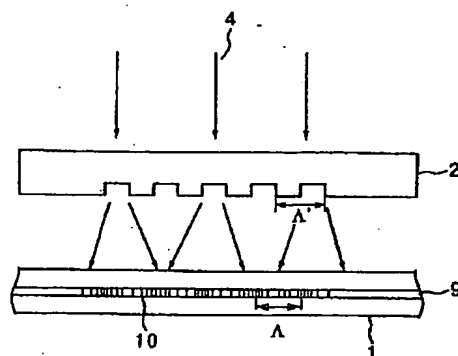
【図11】



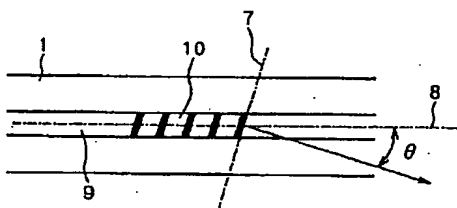
(b)



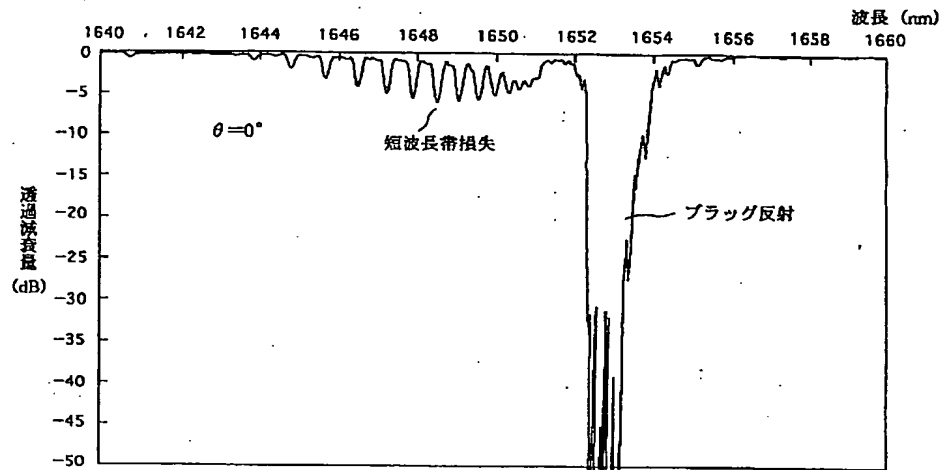
【図6】



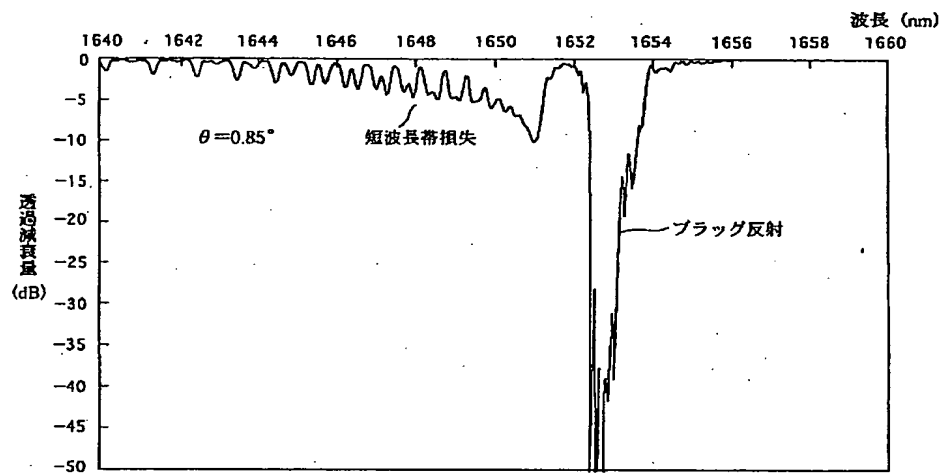
【図5】



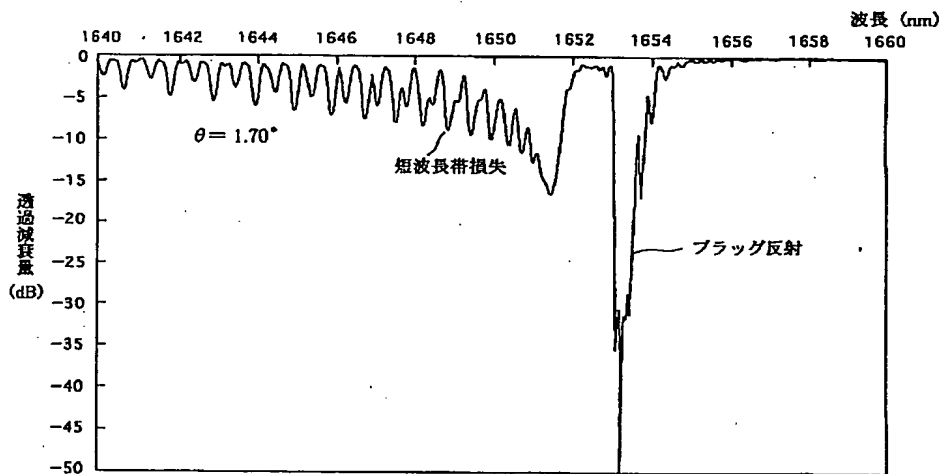
【図7】



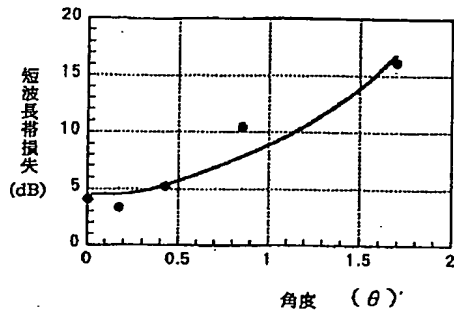
【図8】



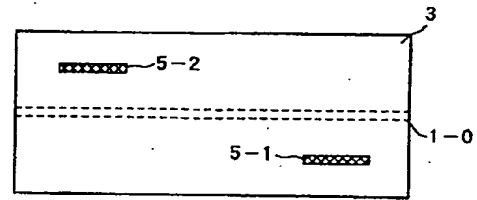
【図9】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 享

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
気工業株式会社横浜製作所内

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-160949

(43)Date of publication of application : 19.06.1998

(51)Int.Cl. G02B 6/10  
G02B 5/18  
G02B 6/16

(21)Application number : 08-325713

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 05.12.1996

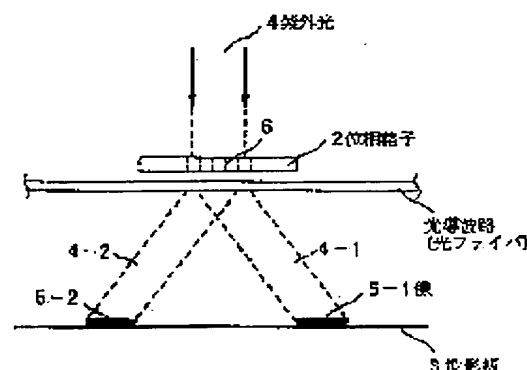
(72)Inventor : ENOMOTO TADASHI  
ITO MASUMI  
IKECHI MAKI  
INOUE SUSUMU

## (54) MANUFACTURE OF LIGHT GUIDE TYPE DIFFRACTION GRATING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the manufacturing method for an optical fiber type diffraction grating which can adjust the angle between the direction of grating stripes and the axial direction of a light guide with high precision.

SOLUTION: The light guide of a glass material which varies in refractive index by being irradiated with light is irradiated with interference light of specific wavelength emitted by a light irradiating mechanism to manufacture the light guide type diffraction grating which varies in the refractive index of the core at the irradiated part periodically along the core axis. In this case, a projection plate 3 is arranged opposite the light irradiating mechanism across the light guide, which is irradiated with two pieces of luminous flux forming interference light; and two light guide images 5-1 and 5-2 are projected on the projection plate 3 and the angle  $\theta$  between the line connecting the two images 5-1 and 5-2 and the axis of the projected light guide image 5-1 or 5-2 is adjusted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]



decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the approach of manufacturing the optical waveguide mold diffraction grating from which the interference light of the predetermined wavelength discharged from the optical exposure device is irradiated, and the refractive index of the core of the exposure section changes to the optical waveguide of the glass ingredient from which a refractive index changes by irradiating light periodically at core shaft orientations The manufacture approach of the optical waveguide mold diffraction grating characterized by having the adjustment process which adjusts the relative position of said optical waveguide and said optical exposure device so that the include angle theta which the normal and said core shaft of an interference fringe of the refractive index formed in said core section make may become below a predetermined value.

[Claim 2] A projection plate is arranged at said optical exposure device and an optical exposure device, and the side that counters so that said optical waveguide may be inserted, and said adjustment process irradiates the light of the 2 flux of lights which form said interference light at said optical waveguide. The manufacture approach of the optical waveguide mold diffraction grating according to claim 1 characterized by being the process which adjusts the include angle theta which the line which is made to project two optical waveguide images and ties said two images on a projection plate, and said projected shaft of an optical waveguide image make.

[Claim 3] The manufacture approach of the optical waveguide mold diffraction grating according to claim 1 characterized by adjusting so that said include angle theta may become 1.0 degrees or less.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of an optical waveguide mold diffraction grating that the refractive index of a core changes periodically in accordance with an optical axis.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, with progress of an optic fiber communication technique, network complication, multiplexing of signal wave length, etc. advance, and a system configuration is developed. The importance of an optical circuit element is increasing in such an optical transmission system.

[0003] The fiber mold component as one of the general configurations in an optical circuit element is small, and it has advantages, like that an insertion loss is small and connection with an optical fiber is easy. And the fiber mold filter is known as such a fiber mold component.

[0004] Recently, the knowledge that the refractive index of the core section will change to the optical fiber which doped the germanium dioxide in the core section if ultraviolet radiation is irradiated is common knowledge, and the optical fiber mold diffraction grating is developed as a fiber mold filter using such an optical induction refractive-index change.

[0005] This optical fiber mold diffraction grating reflects the optical part of specific wavelength among the light which advances the inside of an optical fiber, and is manufactured by generally forming the field where the refractive index changed with the exposures of ultraviolet radiation to the core section of an optical fiber periodically in accordance with the optical axis.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way, the optical fiber which has such a diffraction grating -- the base of specific wavelength -- although Bragg reflection of the mode is carried out, it is checked that loss by clad leakage of propagation light arises in a short wavelength field from the reflected wave length band (Electronics Letters, 28th April 1994, 730-732).

[0007] Since a part of signal light which spreads the inside of an optical fiber is changed into the higher mode in the field which forms the diffraction grating, it spreads as clad mode and is revealed to the exterior, the loss produced in this short wavelength side is generated.

[0008] And it is becoming clear that it is greatly dependent on the include angle theta of the plaid of a diffraction grating to the shaft orientations of an optical fiber and the direction of a right angle to make as the loss produced in a short wavelength side is shown in drawing 5. However, it is difficult to check, while manufacturing the direction of the plaid of a phase grating, and it was not able to adjust the direction of a phase grating correctly.

[0009] Then, the purpose of this invention offers the manufacture approach of an optical fiber mold diffraction grating that the include angle theta of the direction of plaid and the shaft orientations of optical waveguide to make can be adjusted with high precision.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The manufacture approach of the optical fiber mold diffraction grating concerning this invention The interference light which becomes the optical waveguide of the glass ingredient from which a refractive index changes by irradiating the light of the predetermined wavelength discharged from the optical exposure device from the light of predetermined wavelength is irradiated. In the approach of manufacturing the optical waveguide

mold diffraction grating from which the refractive index of the core of the exposure section changes to core shaft orientations periodically. It is the approach characterized by having the adjustment process which adjusts the relative position of optical waveguide and an optical exposure device so that the include angle  $\theta$  which the normal and core shaft of an interference fringe of the refractive index formed in the core section make may become below a predetermined value.

[0011] Furthermore, the adjustment process in this invention is the process which adjusts the include angle  $\theta$  which the line which a projection plate is arranged at an optical exposure device and an optical exposure device, and the side that counters so that optical waveguide may be inserted, and irradiates the light of the 2 flux of lights which form an interference light at optical waveguide, is made to project two optical waveguide images on a projection plate, and ties two images, and the shaft of the projected optical waveguide image make. Face irradiating the interference fringe of predetermined wavelength like ultraviolet radiation at the core section, and changing the refractive index of a core, and a phase grating etc. is made to pass ultraviolet radiation, and since optical waveguide is made to penetrate the flux of light by which the spectrum was carried out to the 2-way, the image of optical waveguide can be made to expand and project according to this invention. Since the image of optical waveguide is projected in the plaid and the direction of a right angle of a phase grating at this time, by measuring the include angle  $\theta$  of the direction to which the image of two optical waveguides is connected, and the shaft orientations of an optical waveguide image, the direction of the interference fringe to the direction of an optical axis of optical waveguide can be measured correctly, and can be adjusted.

[0012] Moreover, generating of the higher mode can be effectively controlled by adjusting the include angle  $\theta$  in this invention to 1.0 degrees or less.

[0013]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of the operation in connection with the manufacture approach of an optical waveguide mold diffraction grating is explained to a detail, referring to an accompanying drawing. In addition, in explanation of a drawing, the same sign is given to the same element, and the overlapping explanation is omitted.

[0014] It explains referring to drawing 1 and drawing 2 about the approach of first using a phase grating and manufacturing an optical waveguide mold diffraction grating. Drawing 1 is the block diagram of the manufacturing installation for producing an optical waveguide mold diffraction grating, and drawing 2 is drawing explaining the manufacture approach. In drawing 1, the optical fiber 1 which has the core which uses as a principal component  $\text{SiO}_2$  by which  $\text{GeO}_2$  was doped by shaft orientations at homogeneity is arranged on the projection plate 3, a phase grating 2 is arranged at parallel right above [ of an optical fiber 1 ], respectively, and ultraviolet radiation 4 is irradiated from the upper part of a phase grating 2.

[0015] When ultraviolet radiation 4 passes a phase grating 2 in forming a diffraction grating in the core of an optical fiber 1 by the manufacturing installation of drawing 1, the flux of light 4-1 which ultraviolet radiation 4 was divided into the plaid 6 of a phase grating 2, the flux of light 4-1 which advances in the direction of a right angle, and 4-2 two, and was divided, and 4-2 penetrate an optical fiber 1, respectively, and reach the projection plate 3.

[0016] If plaid 6 inclines and is arranged to the shaft of an optical fiber 1, since the flux of light 4-1 and 4-2 will advance in plaid 6 and the direction of a right angle, two optical fiber images 5-1 and 5-2 appear at both sides on both sides of the visible-ray fiber image 1-0 in gray thinly, as shown in drawing 2 (a). Here, the optical fiber image 5-1 and 5-2 are the optical fiber image 1-1 and an image which consists of the diffracted light 6-1 and 6-2 1-2 and around it.

[0017] Thus, if a phase grating 2 is rotated in the horizontal plane on an optical fiber 1 when the optical fiber image 5-1 and 5-2 separate from a medial axis and are projected, as shown in drawing 2 (b), two optical fiber images 5-1 and 5-2 can be moved on the shaft of the optical fiber image 1-0. Thus, by adjusting, between an optical fiber 1 and a phase grating 2, the interference light formed of the flux of light 4-1 and the flux of light 4-2 serves as shaft orientations of an optical fiber 1, and an abbreviation right angle, and can form a diffraction grating in a core shaft and a right angle. By this approach, it can also adjust to the include angle  $\theta$  of a request of the physical relationship of an interference fringe and the shaft orientations of an optical fiber 1 easily.

[0018] Moreover, two images projected on the projection plate 3 are expanded in proportion to

the distance between an optical fiber 1 and the projection plate 3. The visibility of the image expanded using ultraviolet radiation with sufficient linearity at this time or by making the front face of the projection plate 3 white can be raised. Moreover, a transparent paper can be placed on the projection plate 3, an optical waveguide image can be photoed, and the location can also be measured correctly.

[0019] The include angle theta with the shaft orientations of the optical fiber image 1-0 to the direction which ties the optical fiber image 5-1 and the optical fiber image 5-2 to make is  $\theta = \tan^{-1}(L_1/L_2)$ .

It is come out and expressed.

[0020] If, as for an include angle theta, the plaid 6 of a diffraction grating 2 and the shaft of an optical fiber 1 become a right angle, it will become zero and two optical fiber images 5-1 and 5-2 will be projected on the optical axis of the optical fiber image 1-0.

[0021] Drawing 3 is drawing showing the concrete configuration of this manufacturing installation which used the phase grating, and shows a side elevation (a) and a top view (b). A phase grating 2 is attached in the core of the disc-like holder 13, and the holder 13 is formed in the direction of an arrow head 15 free [ rotation ] on the frame 11. The frame 11 and the optical fiber 1 are being fixed to the stanchion 12.

[0022] If incidence of the ultraviolet radiation 4 is carried out to a phase grating 2 in forming a diffraction grating in the core of an optical fiber 1 using the manufacturing installation of drawing 3, as shown in drawing 4, the optical fiber image 5-1 and 5-2 will be projected on the both sides of the optical fiber image 1-0. In this case, a holder 13 is rotated in the direction of an arrow head 15, the optical fiber image 5-1 and 5-2 are moved on the shaft of the optical fiber image 5-0, and ultraviolet radiation is irradiated, after adjusting so that the interference fringe of ultraviolet radiation may become an optical fiber shaft and a right angle.

[0023] Next, this invention persons produced the optical fiber at the time of changing the include angle theta of the normal of an interference fringe, and the core shaft 8 to make, as shown in drawing 5 in order to check the effect of [ on a transmission characteristic when an optical waveguide mold diffraction grating inclines with an optical fiber shaft ].

[0024] First, the manufacture approach of these optical fibers is shown. While GeO<sub>2</sub> drew a line on shaft orientations in the glass fiber which prepared the clad with a diameter of 125 micrometers which uses SiO<sub>2</sub> as a principal component in the periphery of a core with a diameter of 8 micrometers which uses as a principal component SiO<sub>2</sub> doped by homogeneity, and a core, the optical fiber which gave resin was produced. This optical fiber was left for two weeks in the ambient atmosphere of the temperature of 25 degrees C, and hydrogen gas 100 atmospheric pressure, hydrogen was pressed fit in the optical fiber, and refractive-index change by the exposure of ultraviolet radiation was enlarged.

[0025] Next, how to form a diffraction grating in the optical fiber which pressed hydrogen fit is explained. Drawing 6 is the block diagram of the equipment which forms a diffraction grating using a phase grating, arranges a phase grating 2 right above [ of the optical fiber 1 which uses as a principal component SiO<sub>2</sub> which doped GeO<sub>2</sub> to homogeneity at shaft orientations ], and irradiates ultraviolet radiation from the upper part of a phase grating 2. The grid is making ultraviolet radiation 4 irradiate and interfere in the direction of a normal of the front face of the phase grating 2 arranged by predetermined spacing lambda'. Therefore, the spacing lambda of the interference fringe in a core 9 is set to  $\lambda = \lambda' / 2$ . Therefore, since the interference fringe which has a different refractive index is arranged by the shaft orientations of a core 9 by making spacing lambda'/2 into a period, a diffraction grating 10 will be formed in the exposure field of the core section 9.

[0026] Based on Bragg's diffraction conditions, reflected wave length lambda<sub>R</sub> of this diffraction grating becomes  $\lambda_R = 2n\lambda = n\lambda'$  using the refractive index n of the core section 9, and the period lambda of a grid 10.

[0027] Moreover, die-length L of a grid 10 and refractive-index difference delta n are used, and the reflection factor R of this optical fiber mold diffraction grating is  $R = \tanh^2(L\pi\delta n/\lambda)$ .

It becomes.

[0028] Next, it formed by the manufacturing installation of drawing 1 using the optical fiber by which hydrotreating was carried out about the case where the include angle theta of a diffraction grating becomes 0 degree, 0.17 degrees, 0.42 degrees, 0.85 degrees, and 1.70

degrees. An exposure beam is fabricated for the light source of the used ultraviolet radiation by 20mmx8mm using KrF excimer laser, and power reinforcement is 250 mJ/cm<sup>2</sup>.

[0029] Thus, transparent spectral characteristics were measured at the produced optical waveguide mold diffraction grating. The example of representation is shown in drawing 7 - drawing 9 among the measured properties. Tending to carry out the increment in monotone of the loss produced in a short wavelength side from Bragg reflection wavelength was checked as the include angle theta became large. From these measurement results, the relation between an include angle theta and the peak value of loss by the side of short wavelength is shown in drawing 9. This graph shows that the inclination of an include angle theta can control most increments in loss generated in a short wavelength side by producing 1.0 degrees or less at 0.5 degrees or less desirably.

[0030] Drawing 11 is the block diagram of the manufacturing installation in the case of forming an optical waveguide mold diffraction grating using a beam splitter. In this drawing, 2 \*\*\*\*s of the ultraviolet radiation by which outgoing radiation was carried out from the light source 20 are carried out by the beam splitter 21, each ultraviolet radiation divided into two is made to interfere by two mirrors 22, and forms the interference space 24, an optical fiber 1 is installed in this interference space 24, and the projection plate 3 is arranged under the optical fiber 1.

[0031] In this equipment, the interference device 23 which consists of two mirrors 22 arranged so that a beam splitter 21 and a beam splitter 21 may be inserted corresponds with the phase grating 2 shown in drawing 1, and other configurations are the same configurations as drawing 1.

[0032] Therefore, in forming a diffraction grating by the manufacturing installation of drawing 11, as shown in drawing 12, the optical fiber image 5-1 and 5-2 are left and projected on the both sides of the optical fiber image 1-0 by the ultraviolet radiation by which outgoing radiation was carried out from the light source 20. In such a case, by rotating and adjusting the interference device 23 in the direction of an arrow head 25, the optical fiber image 5-1 and 5-2 can be moved on the shaft of the optical fiber image 1-0, and an interference fringe can be adjusted to a core shaft and a right angle.

[0033] In this invention, the wavelength of the light source in the case of adjusting the relative position of optical waveguide and an optical exposure device (the ultraviolet radiation 4 in drawing 1, a phase grating 2, or the light source 20 and the interference device 23 in drawing 11 is said.) so that the include angle theta which the normal and core shaft of an interference fringe of the refractive index formed in the core section make may serve as a predetermined value is not limited, and anything is possible for it. When ultraviolet radiation adjusts, since a diffraction grating can be formed by the ultraviolet radiation of the same wavelength, it is the most desirable.

[0034]

[Effect of the Invention] As explained above, the manufacture approach of the optical waveguide mold diffraction grating concerning this invention adjusts the direction of an optical exposure device so that two optical waveguide images first projected on the projection plate may be come to a predetermined location, and ultraviolet radiation is irradiated, and since it carries out refractive-index change, it can form the direction of a diffraction grating correctly. By performing such adjustment, the loss generated in a short wavelength field from a Bragg reflection band can be controlled.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] It is the block diagram of the manufacturing installation for forming the optical waveguide mold diffraction grating concerning this operation gestalt.
- [Drawing 2] It is drawing explaining how to form an optical waveguide mold diffraction grating by the manufacturing installation shown in drawing 1 .
- [Drawing 3] It is the side elevation (a) and top view (b) showing the concrete configuration of the manufacturing installation concerning this operation gestalt.
- [Drawing 4] It is drawing explaining how to form an optical waveguide mold diffraction grating with the equipment shown in drawing 3 .
- [Drawing 5] It is drawing showing the configuration of a diffraction grating.
- [Drawing 6] It is the block diagram of the equipment which forms an optical waveguide mold diffraction grating by the phase grating.
- [Drawing 7] It is the graph which shows the example of measurement of the transparency spectrum by the optical waveguide mold diffraction grating.
- [Drawing 8] It is the graph which shows the example of measurement of the transparency spectrum by other optical waveguide mold diffraction gratings.
- [Drawing 9] It is the graph which shows the example of measurement of the transparency spectrum by other optical waveguide mold diffraction gratings.
- [Drawing 10] It is the graph which shows the relation between the tilt angle  $\theta$  and loss of a short wavelength region.
- [Drawing 11] It is drawing showing the configuration of other manufacturing installations for forming the optical waveguide mold diffraction grating concerning this operation gestalt.
- [Drawing 12] It is drawing explaining how to form an optical waveguide mold diffraction grating by the manufacturing installation shown in drawing 11 .
- [Description of Notations]

1 ... an optical fiber and 2 ... a phase grating and 3 ... a projection plate and 4 ... ultraviolet radiation and 5 ... an optical waveguide image and 6 ... plaid and 7 ... the direction of plaid, and 8 ... the shaft orientations of a core, and 9 ... a core and 10 ... a diffraction grating and 11 -- ... -- a frame and 12 ... -- a stanchion and 13 ... a holder, and 14 and 15 -- ... an arrow head (hand of cut) and 20 -- ... -- the light source and 21 -- ... -- a beam splitter and 22 -- ... -- a mirror and 23 -- ... -- an interference device and 24 -- ... -- interference space and 25 -- ... -- an arrow head (hand of cut)

---

[Translation done.]

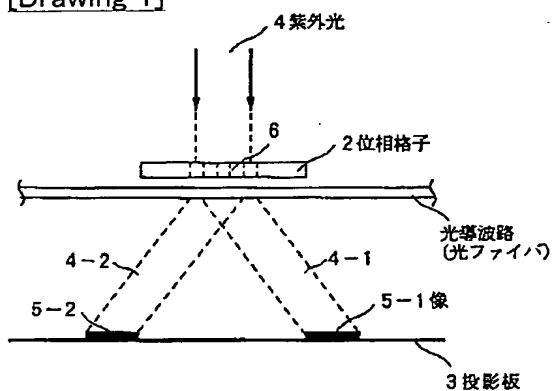
## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

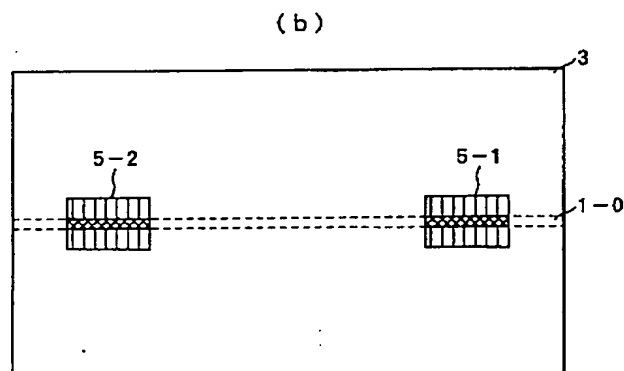
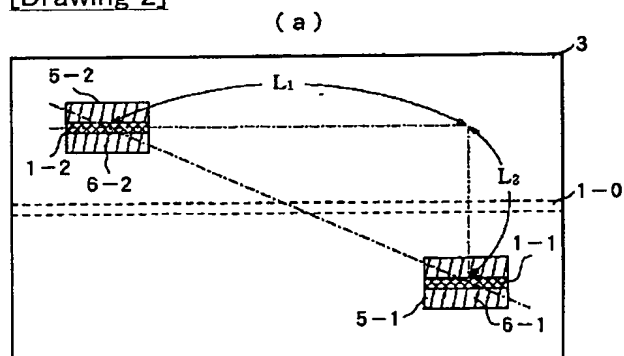
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

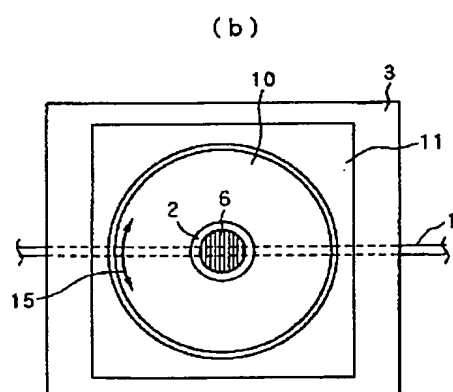
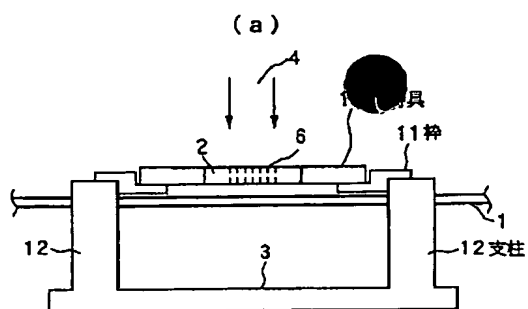


[Drawing 2]

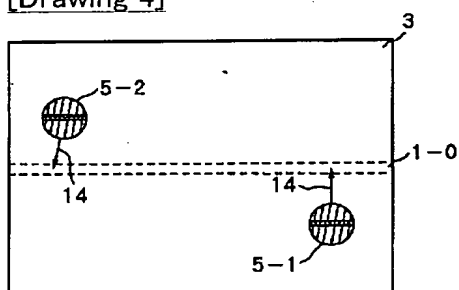


[Drawing 3]

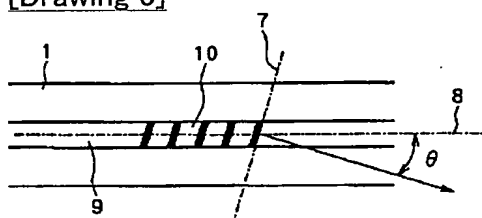




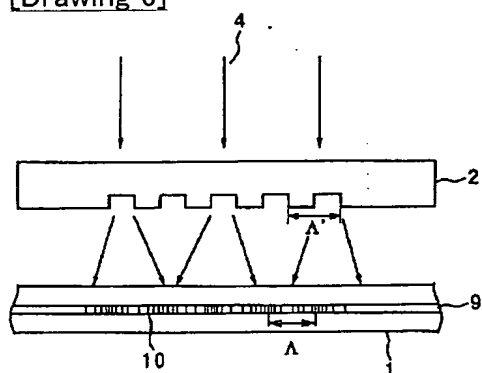
[Drawing 4]



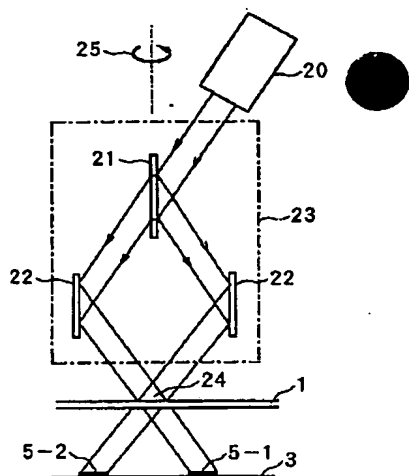
[Drawing 5]



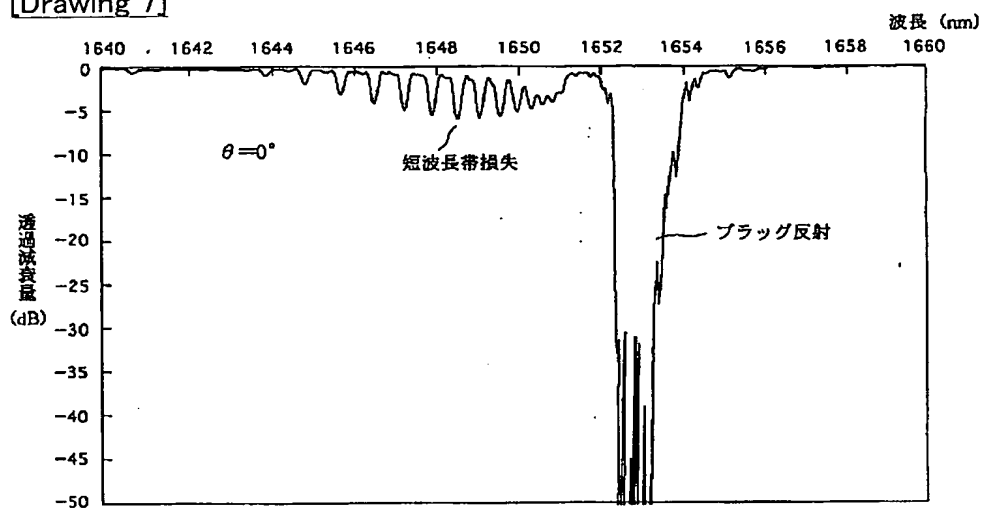
[Drawing 6]



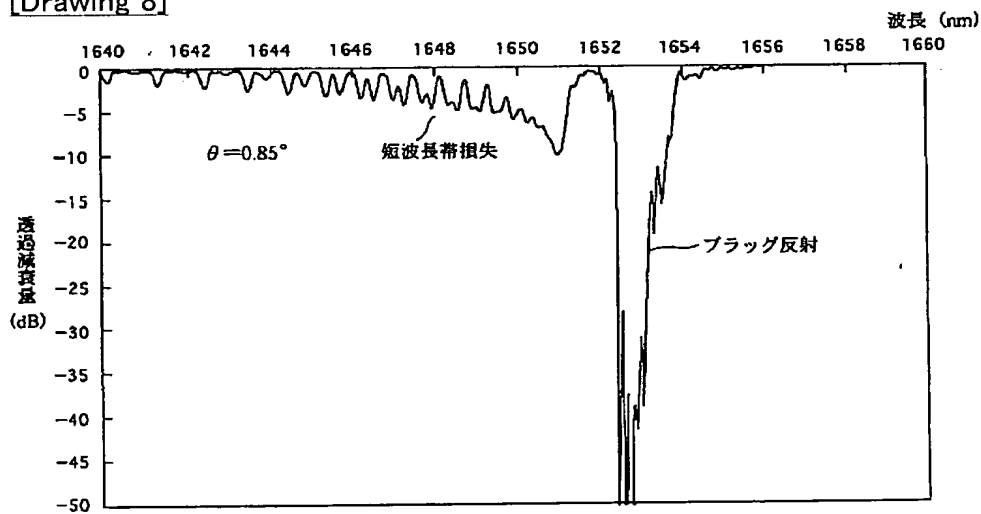
[Drawing 11]



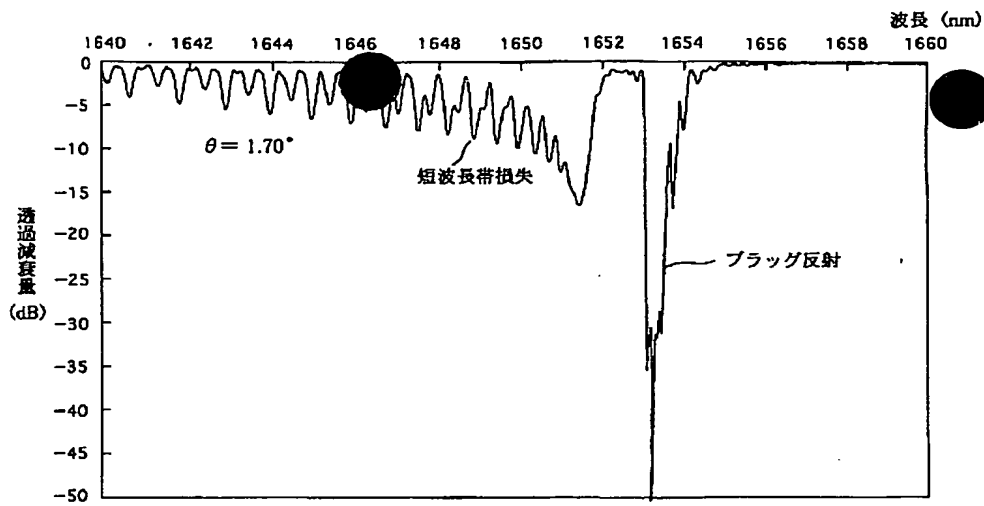
[Drawing 7]



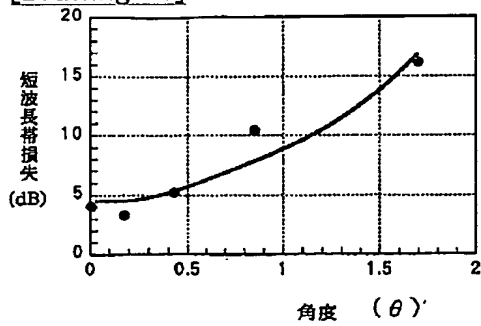
[Drawing 8]



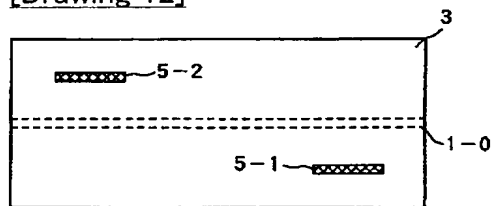
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 12]



[Translation done.]